

Objet du dossier :
Projet d'implantation
Parc éolien de la Saugère
LA ROUXIERE/MAUMUSSON (44)

Contact :
Adeline GAUTHIER
ENERGIETEAM
11 Avenue de la Vertonne
44120 VERTOU
Tél. 02.49.09.10.32



RESUME NON-TECHNIQUE *Etude de dangers*

- Mai 2013 -

*Rubrique des activités soumises à autorisation au titre
de la nomenclature des installations classées pour la
protection de l'environnement :
2980*

Demande d'Autorisation d'Exploiter

Etude réalisée par :



IMPACT ET ENVIRONNEMENT

2 Rue Amédéo Avogadro
49070 BEAUCOUZE
Tél. 02.41.72.14.16
Fax : 02.41.72.14.18

contact@impact-environnement.fr
<http://www.impact-environnement.fr>

INTRODUCTION – PRESENTATION DU DOCUMENT

L'objet de ce document est de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans un document majeur du dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter (DAE) de la société **Ferme Eolienne de La Saugère**, à savoir : l'étude de dangers.

En effet, la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (loi Grenelle II) a soumis les éoliennes au régime d'autorisation au titre de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Conformément à cette nouvelle réglementation, les exploitants sont notamment amenés à formaliser leur savoir-faire en matière de maîtrise des risques dans une étude de dangers.

Dans ce cadre, un guide technique a été réalisé par un groupe de travail constitué de l'INERIS (Institut national de l'environnement industriel et risques) et de professionnels du Syndicat des énergies renouvelables : porteurs de projets, exploitants de parcs éoliens et constructeurs d'éoliennes. Compte tenu de la technologie mise en œuvre dans les parcs éoliens, il apparaissait effectivement possible et souhaitable de traiter cette analyse de manière générique, afin de pouvoir transcrire les résultats présentés dans ce guide à l'ensemble des parcs éoliens installés en France.

L'INERIS a validé la méthodologie, au regard de la réglementation en vigueur et des pratiques actuelles en matière d'étude de dangers dans les autres installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

Ainsi, l'étude de dangers réalisée pour la **Ferme Eolienne de La Saugère** s'appuie sur ce guide technique, reflet de l'état de l'art en matière de maîtrise des risques technologiques, en reprenant la trame type qui y est présentée.

Ce résumé non-technique est donc une synthèse des éléments développés dans cette étude de dangers qui, tout en restant objective, ne peut s'avérer exhaustive. Pour des informations détaillées, notamment en termes de technique/méthodologie, il s'agira de se reporter aux documents sources.

Les autres pièces constitutives du dossier DAE sont présentées indépendamment :

- l'étude de dangers,
- l'étude d'impact et la présentation du demandeur,
- le résumé non-technique de l'étude d'impact,
- la notice d'hygiène et de sécurité,
- les plans réglementaires.

SOMMAIRE

I. GENERALITES	3
I.1. L'énergie éolienne	3
I.1.1. Qu'est ce qu'une éolienne ?	3
I.1.2. Comment ça marche ?.....	4
I.1.3. Qu'est ce qu'un parc éolien ?	4
I.2. Contexte réglementaire : Etude de Dangers, contenu et objectifs	5
II. PRESENTATION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT	7
II.1. Le projet	7
II.1.1. Localisation du projet.....	7
II.1.2. Principales caractéristiques des éoliennes	8
II.1.3. Sécurité de l'installation	8
II.1.4. Opérations de maintenance de l'installation.....	13
II.1.5. Stockage et flux de produits dangereux	15
II.1.6. Raccordement électrique	15
II.2. L'environnement du projet	16
II.2.1. Périmètre d'étude.....	16
II.2.2. Environnement humain.....	16
II.2.3. Environnement naturel	17
II.2.4. Environnement materiel.....	17
III. ANALYSE DES RISQUES	21
III.1. Identification des potentiels de dangers de l'installation	21
III.1.1. Potentiels de dangers liés aux produits.....	21
III.1.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	21
III.1.3. Réduction des potentiels de dangers à la source.....	21
III.2. Analyse des retours d'expérience.....	22
III.2.1. Analyse de l'évolution des accidents en France.....	22
III.2.2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents.....	22
III.3. Analyse préliminaire des risques	23
III.3.1. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques	23
III.3.2. Recensement des agressions externes potentielles.....	23
III.3.3. Effets dominos	25
III.3.4. Mise en place des fonctions de sécurité.....	25
III.3.5. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques.....	25
III.4. Etude détaillée des risques.....	27
III.5. Synthèse de l'acceptabilité des risques.....	28
IV. CONCLUSION	33
V. Annexes.....	34
ANNEXE 1 : Fonctions de sécurité	35
ANNEXE 2 : Rappel des définitions	43

I. GENERALITES

I.1. L'ENERGIE EOLIENNE¹

I.1.1. QU'EST CE QU'UNE EOLIENNE ?

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont définis comme un dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants :

Le rotor qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.

Le mât est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.

La nacelle abrite plusieurs éléments fonctionnels :

- *le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;*
- *le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;*
- *le système de freinage mécanique ;*
- *le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;*
- *les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;*
- *le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aérienne.*

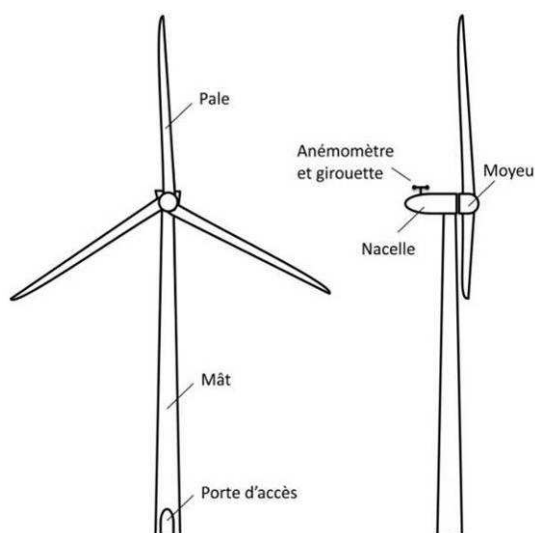


Figure 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

¹ Informations issues de la description générique réalisée par l'INERIS

I.1.2. COMMENT ÇA MARCHE ?

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par la girouette qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 15 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit «lent» transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit «rapide» tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre «lent» lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite «nominale». Pour un aérogénérateur de 2,5 MW par exemple, la production électrique atteint 2 500 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 100 km/h (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

- le premier par la mise en drapeau des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent ;
- le second par un frein mécanique sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle.

I.1.3. QU'EST CE QU'UN PARC EOLIEN ?

Un parc éolien est une centrale électrique, composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes :

Réseau inter-éolien : Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne², au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.

Poste de livraison : Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Certains parcs éoliens, par leur taille, peuvent posséder plusieurs postes de livraison, voire se raccorder directement sur un poste source, qui assure la liaison avec le réseau de transport d'électricité (lignes haute tension). La localisation exacte des emplacements des postes de livraison est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée.

² Si le transformateur n'est pas intégré au mât de l'éolienne, il est situé à l'extérieur du mât, à proximité immédiate, dans un local fermé.

Réseau électrique externe : Le réseau électrique externe relie le ou les postes de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement ERDF - Électricité Réseau Distribution France) ; il est entièrement enterré.

Chemins d'accès : Pour accéder à chaque aérogénérateur, des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de constructions du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien. L'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins agricoles existants, si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés sur les parcelles agricoles.

Durant la phase de construction et de démantèlement, les engins empruntent ces chemins pour acheminer les éléments constituant les éoliennes et leurs annexes. Durant la phase d'exploitation, les chemins sont utilisés par des véhicules légers (maintenance régulière) ou par des engins permettant d'importantes opérations de maintenance (ex : changement de pale).

Autres installations : Certains parcs éoliens peuvent aussi être constitués d'aires d'accueil pour informer le public, de parkings d'accès, de parcours pédagogiques, etc.

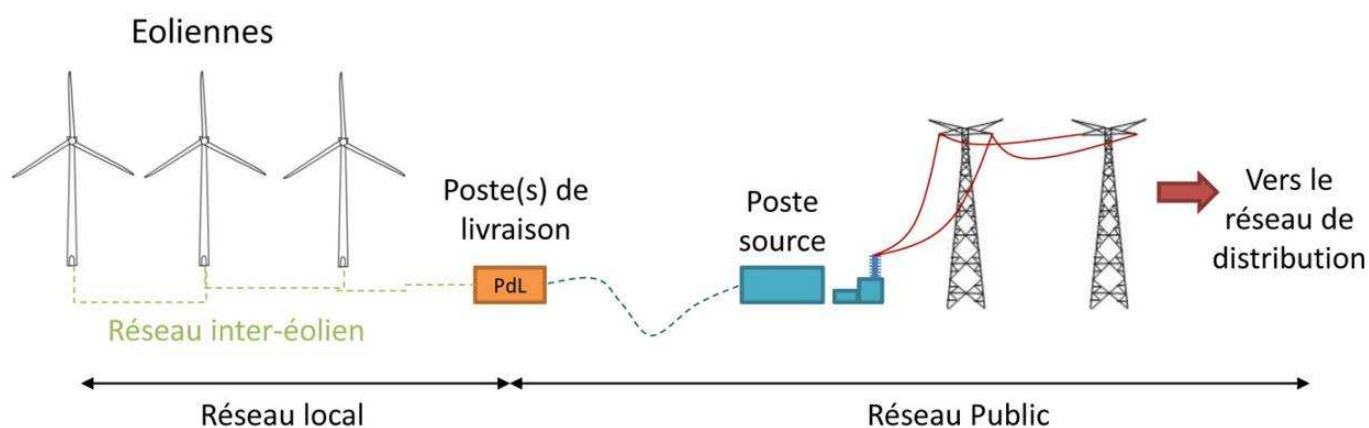


Figure 2 : Schéma de raccordement électrique d'un parc éolien

I.2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE : ETUDE DE DANGERS, CONTENU ET OBJECTIFS

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'Environnement relative aux installations classées. Selon l'article L. 512-1, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accident majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les

problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

Ainsi, l'étude de dangers a pour objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant. Elle comporte une analyse des risques qui présente les différents scénarios d'accidents majeurs susceptibles d'intervenir. Ces scénarios sont caractérisés en fonction de leur probabilité d'occurrence, de leur cinétique, de leur intensité et de la gravité des accidents potentiels. Elle justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par l'article R. 512-9 du Code de l'Environnement :

- description de l'environnement et du voisinage
- description des installations et de leur fonctionnement
- identification et caractérisation des potentiels de danger
- estimation des conséquences de la concrétisation des dangers
- réduction des potentiels de danger
- enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs)
- analyse préliminaire des risques
- étude détaillée de réduction des risques
- quantification et hiérarchisation des différents scénarios en terme de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection
- représentation cartographique
- résumé non technique de l'étude des dangers.

De même, la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 précise le contenu attendu de l'étude de dangers et apporte des éléments d'appréciation des dangers pour les installations classées soumises à autorisation.

II. PRESENTATION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT

II.1. LE PROJET

II.1.1. LOCALISATION DU PROJET

Le projet consiste en une implantation de 4 éoliennes d'une hauteur en bout de pale de 119.33 m (hauteur de la tour de 77.1 m, moyeu à 78.33 m, haut de nacelle à 80.73m et pale/rayon de 41 m). Leur puissance unitaire de 2.3 MW confèrera au parc une puissance totale de 9.2 MW. Les éoliennes projetées seront de type ENERCON E-82 E2.

Le projet est localisé sur les communes de LA ROUXIERE et MAUMUSSON, dans le département de Loire-Atlantique (44) en région Pays de la Loire. Il se situe plus précisément dans la partie Est du département, limitrophe avec le département du Maine-et-Loire. La zone d'implantation potentielle initialement prévue se compose de deux sites : le site Ouest à cheval sur les communes de MAUMUSSON et LA ROUXIERE et le site Est à cheval sur les communes de LA ROUXIERE et BELLIGNE. Après analyse des contraintes (Cf. étude d'impact), seul le site Ouest accueillera des éoliennes.

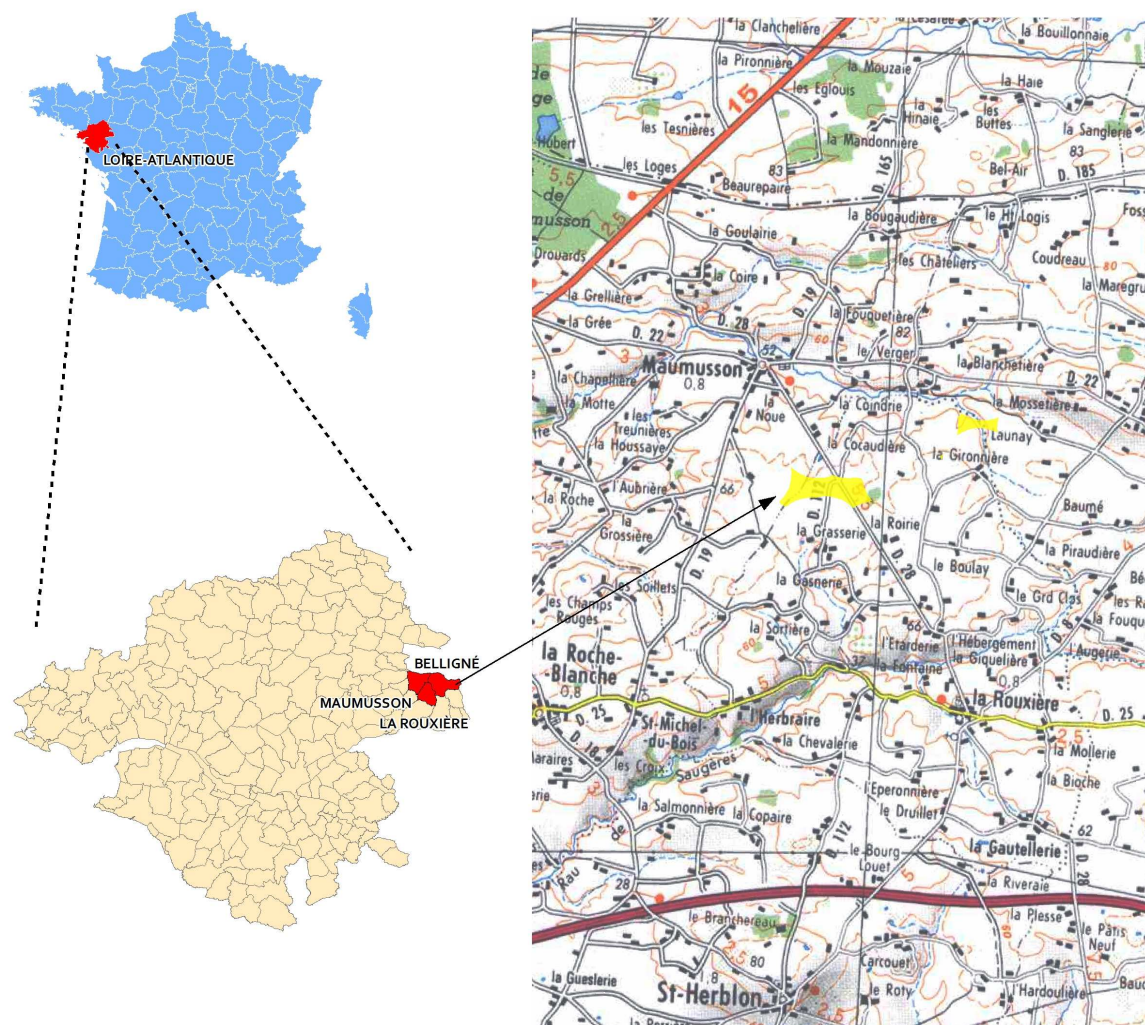


Figure 3 : Localisation du projet éolien

II.1.2. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES

Les éoliennes prévues pour ce parc éolien sont de type ENERCON E-82 E2. Elles sont composées de plusieurs éléments :

Tableau 1 : Description des différents éléments constitutifs d'une éolienne

<i>Elément de l'installation</i>	<i>Fonction</i>	<i>Caractéristiques</i>
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	<i>Diamètre total : 20.4 m Diamètre de la surface émergeant du sol : 6.6 m Hauteur de la surface émergeant du sol : 0.15 m Profondeur : 2.6 m Volume de béton : 404 m³</i>
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	<i>Structure : acier Diamètre de la base : 4.3 m Hauteur du mât seul : 77.1 m Hauteur du mât+nacelle : 80.73 m</i>
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	<i>Structure : résine époxy & fibres de verre Nombre de pales : 3 Diamètre du rotor : 82 m Hauteur de moyeu : 78.33 m Axe et orientation : horizontal face au vent Vitesse : de 6 à 18 tours/min</i>
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	<i>Nacelle profilée Hauteur en haut de nacelle : 80.73 m Générateur annulaire fixé au moyeu et tournant à la même vitesse que le rotor (absence de multiplicateur). Système d'orientation : palier d'orientation composé de six moteurs et d'une couronne permettant de faire tourner la nacelle et de l'orienter face au vent. Freins : de type aérodynamique (mise en « drapeau » des pales) et mécanique Tension produite : 690V</i>
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	<i>Positionnement : Intégré dans la base du mât Tension transformée : Alternatif (50Hz) – 20 000V</i>
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	<i>Dimension : L= 7.68 m ; l = 2.68 m ; h = 2.55 m Habillage : Métallique Tension : 20 000V</i>

II.1.3. SECURITE DE L'INSTALLATION

La description détaillée des différents systèmes de sécurité de l'installation est détaillée en annexe (Cf. Annexe 1).

L'installation est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation ainsi qu'aux principales normes et certifications applicables à l'installation.

Cela concerne notamment :

▪ **Article 3 : Eloignement des habitations/zones d'habitations et installation nucléaire**

→ Les éoliennes se situeront à plus de 500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010. Par ailleurs, elles seront aussi situées à plus de 300m d'une installation nucléaire de base visée par l'article 28 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire ou d'une installation classée pour l'environnement soumise à l'arrêté du 10 mai 2000 susvisé en raison de la présence de produits toxiques, explosifs, comburants et inflammables.

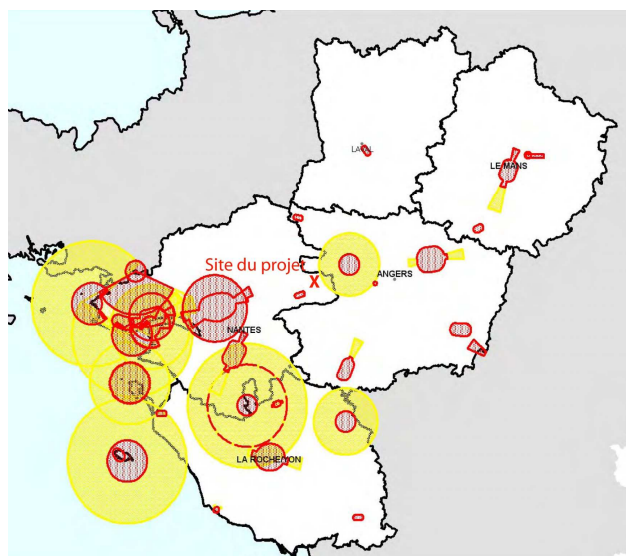
▪ **Article 4 : Protection des radars et aides à la navigation**

→ Les éoliennes seront implantées de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens. Le tableau ci-dessous résume les distances minimales d'éloignement que les éoliennes doivent respecter (sauf en cas d'accord avec l'autorité compétente) :

		Distance minimale d'éloignement (en kilomètre)
Radar météorologique	<i>Bande de fréquence X</i>	10
	<i>Bande de fréquence C</i>	20
	<i>Bande de fréquence S</i>	30
Radar de l'aviation civile	<i>VOR (Visual Omni Range)</i>	15
	<i>Radar secondaire</i>	16
	<i>Radar primaire</i>	30
Radar des ports (navigation maritime et fluviale)	<i>Radar de centre régional de surveillance et de sauvetage</i>	10
	<i>Radar portuaire</i>	20

La carte ci-contre localise les différents radars positionnés en région Pays de la Loire. Pour ce projet de parc éolien, l'équipement le plus près du projet de parc est le VOR (Visual Omni Range) situé sur la commune du Louroux-Beconnais soit à plus de 19km de l'éolienne la plus proche. Le parc éolien ne pourra donc avoir d'impact sur ce dernier.

En outre, les perturbations générées par l'installation ne gêneront pas de manière significative le fonctionnement des équipements militaires.



- **Articles 5&6 : Ombres projetées et champs électromagnétiques**

→ Non concerné par l'étude de dangers car non relatif à la sécurité de l'installation (Cf. étude d'impact)

- **Article 7 : Accès extérieurs**

→ Le parc éolien disposera de voies d'accès carrossables entretenues permettant l'intervention des services d'incendie et de secours.

- **Article 8 : Normes**

→ Les éoliennes prévues sont conformes à la norme NF EN 61 400-1 (version de juin 2006) ou CEI 61 400-1 (version de 2005) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne. L'installation sera aussi conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation

- **Article 9 : Foudre**

→ Cf. Fonction de sécurité N°6 « **Prévenir les effets de la foudre** »

- **Article 10 : Installations électriques**

→ Installations électriques internes seront conformes aux dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables. Installations électriques extérieures seront conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version 2001) et NFC 13-200 (version de 2009). Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état et sont contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente.

- **Article 11 : Balisage**

→ Le balisage de l'installation est conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile. Il respecte ainsi les dispositions exposées au sein de l'arrêté du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques. D'autre part, les défauts de balisage sont remontés par le SCADA (warning 190:1 & défaut 190:2) sous forme de « Warning SCADA ». Le statut 190:2 est envoyé par SMS aux clients ayant souscrit à l'option SMS Messaging, et / ou par courrier électronique avec l'option Email Messaging.

- **Article 12 : Suivi Avifaune/Chiroptères**

→ Non concerné par l'étude de dangers car non relatif à la sécurité de l'installation (Cf. étude d'impact)

- **Article 13 : Accès interne aux installations**

→ Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison sont bien fermés à clef. De plus il est précisé dans les protocoles de maintenance de refermer les installations au moment de partir. Il est possible d'installer en option une détection d'ouverture de porte soit par contacteur, soit par capteur de présence. L'information est relayée via le système SCADA.

- **Article 14 : Affichage sécurité**

→ Des pictogrammes concernant l'interdiction de pénétrer dans les aérogénérateurs et le risque électrique sont installés sur la porte d'entrée des aérogénérateurs et du poste de livraison.

Le propriétaire du parc veillera aussi à procéder à un affichage visible des prescriptions à observer par les tiers aux abords du parc. Ce dernier comprendra notamment les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale et la mise en garde face au risque de chute de glace (Cf. Fonction de sécurité N°2 « **Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace** »).

▪ **Article 15 : Procédure d'arrêt et survitesse**

→ Les éoliennes E-82 E2 disposent d'un système de détection de fumée et de survitesse, d'un capteur de vibration et d'oscillation, détection de glace/givre. En cas d'activation de l'un de ces capteurs, la machine se met à l'arrêt automatiquement.

Les éoliennes E-82 E2 disposent aussi de différents systèmes d'arrêt se déclenchant automatiquement ou manuellement en cas de panne ou de conditions défavorables. Ces derniers sont résumés ci-dessous :

En cas d'urgence (ex : coupure réseau), chaque pale du rotor est mise en sécurité en position de drapeau par son propre système de réglage de pale d'urgence alimenté par batterie. L'état de charge et la disponibilité des batteries sont garantis par un chargeur automatique. L'orientation des pales est synchronisée par un dispositif électromécanique, par l'intermédiaire des unités d'urgence de réglage de pale.

L'alimentation parallèle garantie en cas d'urgence (réseau ou batteries), associée aux trois entraînements de pales entièrement indépendants, résulte en un concept de sûreté intégré qui fait plus que remplir les exigences imposant deux systèmes indépendants de freinage (« à sûreté intégrée »).

Par ailleurs, avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur, l'exploitant réalisera des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements. Ces essais comprennent : un arrêt ; un arrêt d'urgence ; un arrêt depuis un régime de survitesse.

Après la mise en service, l'exploitant réalisera annuellement une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis notamment un régime de survitesse. Pour ce dernier cas de figure, l'« overspeed test » est réalisé s'il y a assez de vent. Si le vent n'est pas suffisant, alors une vérification de la liberté de mouvement du capteur est réalisée, suivie d'une inscription dans le WEC journal de la non-réalisation de ce test afin qu'il soit fait plus tard lorsque les conditions de vent le permettent. Si le test s'avère non-conforme, un réglage du capteur overspeed est effectué.

▪ **Article 16 : Entretien – stockage de matériaux combustibles/inflammables**

→ Durant leur formation, les techniciens reçoivent la consigne de maintenir propre les aérogénérateurs et de ne pas y entreposer de matériaux, combustible et inflammable ou non. Leur support de formation basique électrique/mécanique le stipule explicitement. Des rappels réguliers sont effectués lors des rappels sécurité qu'ils suivent tous les 6 mois.

▪ **Article 17 : Formation du personnel**

→ Cf. Fonction de sécurité N°10 « **Prévenir les erreurs de maintenance** »

▪ **Article 18 : Contrôle de l'aérogénérateur**

→ Cf. Fonction de sécurité N°9 « **Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)** ». Contrôle annuel des systèmes instrumentés de sécurité lors de la maintenance électrique : rotor lock sensors, Torque monitoring system, capteur d'accélération transversale & longitudinale, détecteur de bruit dans la nacelle, positions limite des pales, air gap (génératrice), détecteur de bruit dans le spinner, détecteurs de fumée...

- **Article 19 : Suivi maintenance/entretien**

→ Les manuels machine en Français sont installés dans les aérogénérateurs. La nature et la fréquence des maintenances y sont précisées dans le paragraphe correspondant. Le livre de bord (log book) de la machine est rempli par les techniciens à chaque intervention, préventive ou curative, avec le détail des opérations réalisées. Il est également demandé aux éventuels sous-traitants de le remplir.

- **Articles 20&21 : Déchets**

→ Non concerné par l'étude de dangers car non relatif à la sécurité de l'installation (Cf. étude d'impact)

- **Article 22 : Consignes de sécurité du personnel**

→ Le personnel en charge de l'exploitation et la maintenance du parc éolien reçoit une formation spécifique relative à la sécurité (Cf. Fonction de sécurité N°10 « **Prévenir les erreurs de maintenance** »). Concernant les procédures d'alerte, un panneau reprenant les numéros de téléphone d'urgence est affiché au pied de l'aérogénérateur. Le détail des procédures indiquant les mesures à mettre en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité est fourni au personnel habilité (CEX : Chargé d'exploitation/EnergieTeam Exploitation tél : 06 24 73 48 60, Mainteneurs : ENERCON SERVICE France SAS tél : 03 44 37 35 13/ 06 82 89 93 26).

- **Article 23 : Détection incendie/survitresse**

→ Cf. Fonctions de sécurité N°4 « **Prévenir la survitesse** » et N°7 « **Protection et intervention incendie** »

- **Article 24 : Lutte incendie**

→ Cf. Fonction de sécurité N°7 « **Protection et intervention incendie** »

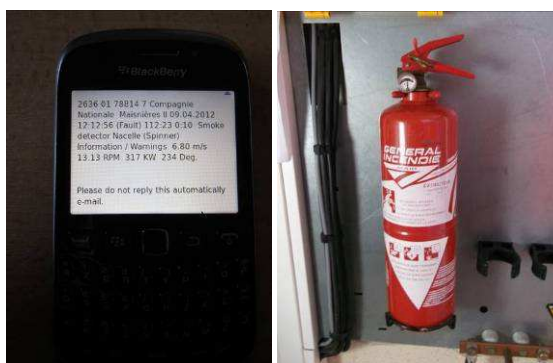


Figure 4 : Message d'alerte de détection d'incendie et modèle d'extincteur disponible dans les éoliennes

- **Article 25 : Détection glace**

→ Cf. Fonction de sécurité N°1 « **Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace** »

- **Article 26, 27 & 28 : Bruit**

→ Non concerné par l'étude de dangers car non relatif à la sécurité de l'installation (Cf. étude d'impact)

II.1.4. OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Les opérations de maintenance de l'installation seront conformes aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation. Elles seront réalisées par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques présentés par l'installation, ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter. Celui-ci connaîtra de plus les procédures à suivre en cas d'urgence et procèdera à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours.

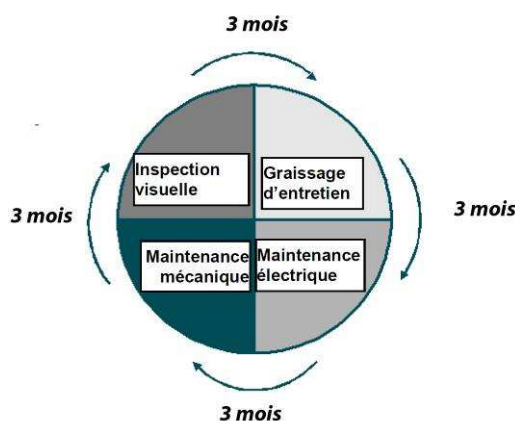
Il s'agira notamment d'effectuer :

- un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.
 - un entretien visant à maintenir en bon état et propres les installations électriques ainsi que l'intérieur de l'aérogénérateur. Ces installations seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 susvisé.
 - une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur suivant une périodicité qui ne peut excéder un an.
 - un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât trois mois, puis un an après la mise en service industrielle. Ce contrôle se fera ensuite suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans.
 - un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité selon une périodicité qui ne peut excéder un an.
- Par ailleurs l'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation. L'exploitant tient à jour pour chaque installation un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.

Les éoliennes ENERCON feront ainsi l'objet de plusieurs types de maintenance :

▪ **Maintenance préventives**

Les maintenances préventives, garantes du bon fonctionnement des machines à long terme, se décomposent en 4 phases et sont effectuées à tour de rôle chaque trimestre qui suit la mise en service.



- × Maintenance visuelle : Contrôle visuel de tous les organes principaux, structurels (mât ; échelles ; ascenseurs etc...), électriques (câbles ; connexions apparentes etc...) et mécaniques.
- × Maintenance visuelle / graissage : Vérification et mise à niveau de tous les organes de graissage (cartouches ; pompes à graisse ; graisseurs).

- × Maintenance visuelle/électrique : Contrôle de tous les organes de production et de régulation (Génératrice ; armoires de puissance ; collecteur tournant) ainsi que de tout élément électrique (éclairage ; capteurs de sécurité).
 - × Maintenance visuelle/mécanique : Contrôle des boulons de tour, vérification des couples de serrage selon protocole défini, maintien des câbles et accessoires, moteurs d'orientation, poulies et treuils.
- **Maintenance curatives**

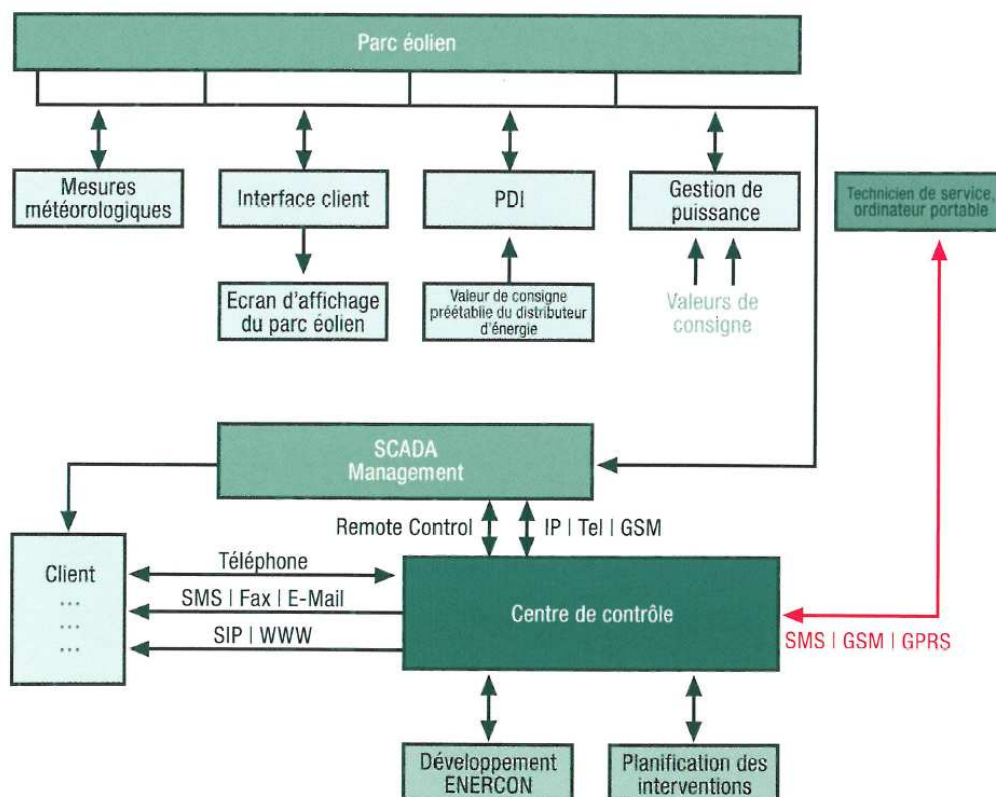
Chaque éolienne ENERCON est reliée via une connexion par modem au système central de surveillance à distance.

Si une machine signale un problème ou un défaut, le centre du service après-vente ainsi que l'antenne locale de service sont immédiatement avertis par l'intermédiaire du système de surveillance à distance, SCADA.

Le message est automatiquement saisi par le logiciel de planification des interventions ENERCON et apparaît sur l'écran du technicien de service sédentaire.

Moyennant un dispositif de localisation spécialement développé, le système de planification des interventions détecte l'équipe service qui se trouve le plus près de l'éolienne en question.

A l'aide de *pentops* (ordinateurs portables très robustes qui sont connectés au centre de service après-vente), les équipes sur le terrain peuvent accéder à tous les documents et données spécifiques à l'éolienne. Chaque opération de maintenance est ainsi réalisée le plus efficacement et le plus rapidement possible.



II.1.5. STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun produit dangereux ne sera stocké dans les éoliennes de la **Ferme Eolienne de la Saugère**.

Par ailleurs, durant leur formation, les techniciens reçoivent la consigne de maintenir propre les aérogénérateurs et de ne pas y entreposer de matériaux, combustible et inflammable ou non. Leur support de formation basique électrique/mécanique le stipule explicitement. Des rappels réguliers sont effectués lors des rappels de sécurité qu'ils suivent tous les 6 mois.

II.1.6. RACCORDEMENT ELECTRIQUE

❖ Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne³, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.

Pour le projet de la **Ferme Eolienne de la Saugère**, le tracé des câbles empruntera, depuis les transformateurs intégrés à la base du mât des éoliennes, les bas-côtés des chemins d'accès qui auront été créés ou les limites des parcelles exploitées dès que possible. A noter que sa présence au sein des parcelles cultivées ne présente pas de contrainte particulière compte tenu de sa profondeur.

Les installations électriques extérieures respecteront les normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009).

❖ Poste de livraison

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Certains parcs éoliens, par leur taille, peuvent posséder plusieurs postes de livraison qui assurent la liaison avec le réseau de transport d'électricité (lignes haute tension).

Sa localisation exacte est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée.

Pour le projet de la **Ferme éolienne de la Saugère**, un seul poste de livraison sera installé en bordure de la plateforme de montage jouxtant l'éolienne E4.

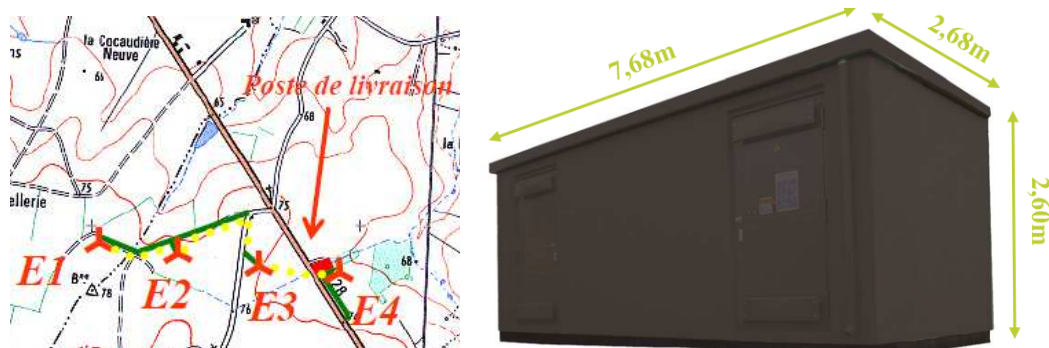


Figure 5 : Localisation et modèle du poste de livraison

³ Si le transformateur n'est pas intégré au mât de l'éolienne, il est situé à l'extérieur du mât, à proximité immédiate, dans un local fermé.

❖ Réseau électrique externe

Le réseau électrique externe relie le ou les postes de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement ERDF- Électricité Réseau Distribution France). Il est lui aussi entièrement enterré.

Il est à noter que des mesures de sécurité seront prises pour la traversée de ces différentes voies. Ces travaux seront réalisés par EDF, qui définira précisément l'itinéraire et les modalités de passage des câbles lors de l'établissement de la "convention de raccordement" réalisée après l'obtention du permis de construire. Néanmoins, on peut raisonnablement envisager les caractéristiques énoncées ci-dessous :

- une largeur de 40 cm,
- une profondeur totale de tranchée de 1,10 m,
- une épaisseur de sable à amener de 20 cm.

Le passage de câble fera l'objet des procédures de sécurité en vigueur. Pour la traversée des départementales et des voies communales, des mesures de sécurité seront prises afin de garantir la sécurité des ouvriers et celle des automobilistes. Une circulation alternée sera mise en place pour la traversée des routes.

Par ailleurs, la **Ferme éolienne de la Saugère** ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

II.2. L'ENVIRONNEMENT DU PROJET

II.2.1. PERIMETRE D'ETUDE

Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection.

La zone d'étude n'intègre pas les environs du poste de livraison. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

II.2.2. ENVIRONNEMENT HUMAIN

- **Zones urbanisées :** Le projet de parc s'inscrit dans une zone peu urbanisée, où l'on retrouve des habitations isolées ou parfois regroupées dans de petits hameaux. Les populations concernées sont donc limitées. Les habitations et zones d'habitations les plus proches ont été repérées sur des distances allant de 515 m à un peu plus de 1 480 m. A noter que ces éléments sont tous localisés hors du périmètre de l'étude de dangers.

- **Etablissement recevant du public :** Aucun établissement recevant du public n'est recensé au sein du périmètre d'étude de 500m. A noter la présence d'un gîte "La Fermette de la Grasserie" au niveau du hameau du même nom au Sud du projet, à plus de 600m de l'éolienne la plus proche (E2).
- **Installations classées pour la protection de l'environnement :** Aucune ICPE classée SEVESO n'est présente dans les limites de l'aire d'étude, ni sur les communes de LA ROUXIERE ou MAUMUSSON. Le site SEVESO le plus proche se trouve sur la commune voisine de MESANGER, à plus de 9km de la zone du projet
- **Autres activités :** Le contexte rural du secteur induit la présence de plusieurs exploitations agricoles à proximité du périmètre d'étude. Celles-ci sont souvent associées au bâti résidentiel. Si la plupart se trouvent localisées en dehors du périmètre d'étude, l'une d'entre elle est située à moins de 500m (Exploitation agricole d'élevage implantée au Nord du hameau de la Grasserie, soit au Sud du projet). Au Nord du projet, au niveau du hameau de la Cocaudière, on retrouve aussi une entreprise de travaux publics. Par ailleurs, des activités artisanales peuvent aussi être présentes au sein des différents hameaux bordant la zone d'étude.

II.2.3. ENVIRONNEMENT NATUREL

- **Contexte climatique :** Le site d'implantation est localisé dans une zone exposée à un climat de type océanique dégradé. Ce climat tempéré est parfaitement compatible avec la mise en place des aérogénérateurs.
- **Risques naturels :** D'après le Dossier départemental des Risques Majeurs (DDRM), les communes du projet sont peu soumises aux risques naturels tels que les inondations ou les feux de forêt. Selon le DDRM, LA ROUXIERE reste cependant considérée comme une commune soumise au risque d'effondrement de cavités souterraines. Une étude géotechnique sera réalisée en amont des travaux pour vérifier l'absence de risque. Par ailleurs, la zone, comme l'ensemble du département, reste soumise au risque de tempête mais les vitesses maximales enregistrées lors de ces épisodes ponctuels restent bien en deçà des capacités de résistances des éoliennes (> 200 km/h). Le secteur est aussi classé en zone de sismicité faible.

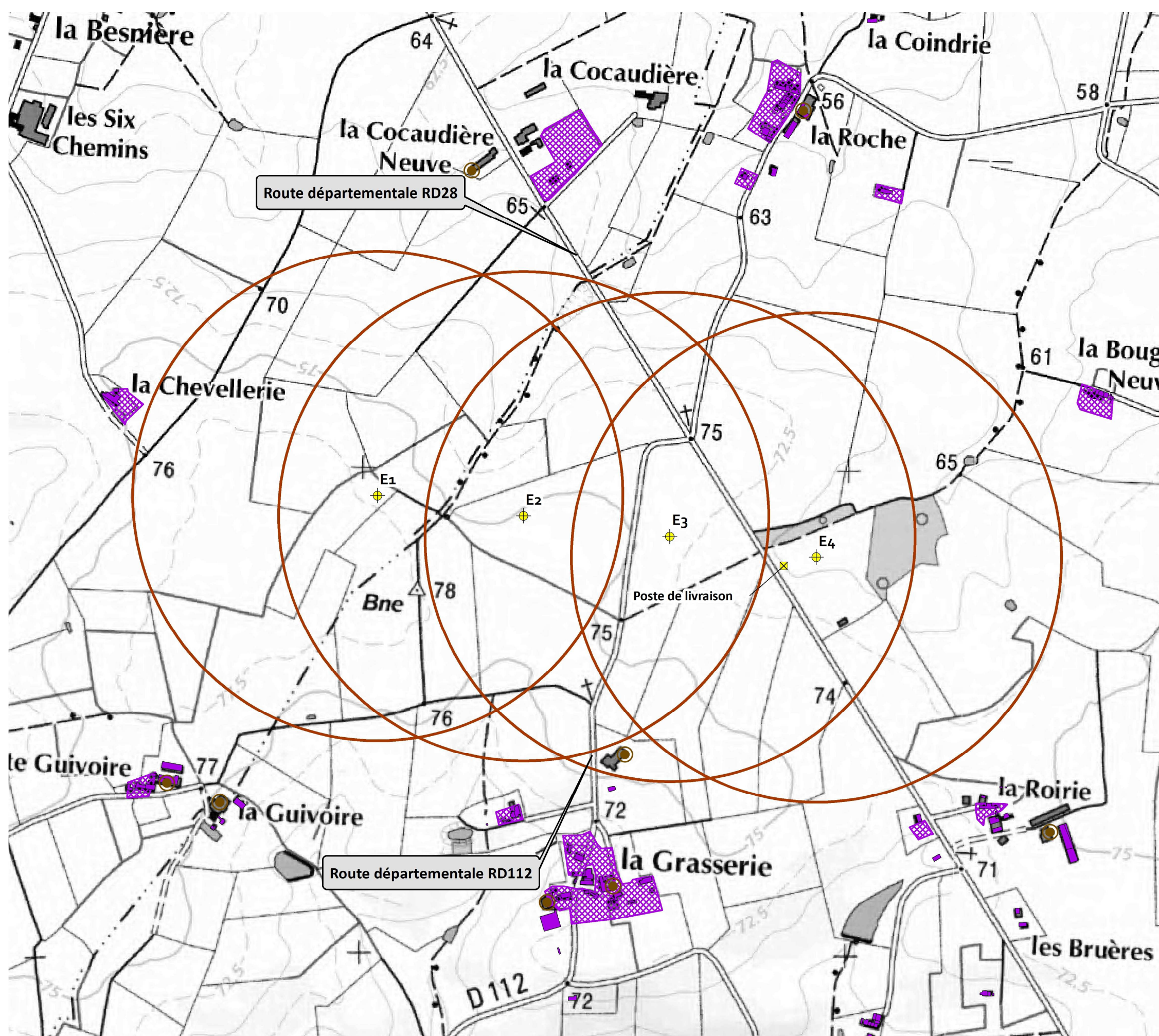
II.2.4. ENVIRONNEMENT MATERIEL

- **Voies de communication :** En termes de voies de communication, seules deux routes départementales de taille modeste traversent la zone du projet :
 - la route départementale RD28 traversant de part en part le périmètre d'étude et qui permet de relier SAINT-MARS-LA-JAILLE à VARADES. Cette route qui supporte un trafic d'environ 600 véh./jour en 2010 n'est pas considérée comme route structurante au sens de l'INERIS (< 2 000 véh./jour),
 - la route départementale RD112 arrivant de SAINT-HERBLON et passant par le hameau de la Grasserie avant de rejoindre la RD28. Cette route secondaire n'a pas fait l'objet de comptage routier compte tenu de sa faible fréquentation. Elle ne peut être considérée comme route structurante au sens de l'INERIS (< 2 000 véh./jour),

La première se situe à une distance d'environ 80 m de l'éolienne la plus proche (E4) alors que la seconde est localisée à environ 75m de l'éolienne la plus proche (E3). Le reste de la voirie est constitué de routes communales et de chemins d'exploitation privés desservant les parcelles exploitées par les agriculteurs locaux.

- **Réseaux publics et privés :** Dans un périmètre de 500m autour de chaque éolienne, on ne recense aucune ligne électrique, canalisation de transport de gaz, hydrocarbures ou produits chimiques, ni aucune infrastructure d'assainissement (stations d'épurations...) ou de production d'eau potable (captage, périmètre de protection de captage).
- **Autres ouvrages publics :** Il n'a pas été observé d'autres ouvrages publics majeurs tels que les barrages, digues, châteaux d'eau, bassins de rétention, etc. au sein de la zone d'étude.

La carte présentée sur la page qui suit permet de resituer les différents enjeux liés à l'environnement du projet de la **Ferme Eolienne de la Saugère**, à savoir la localisation des biens, infrastructures et autres établissements au sein de la zone d'étude de 500 m définie dans le guide générique de l'INERIS.



TITRE : **ETUDE DE DANGERS**
Synthèse de l'environnement du projet

LEGENDE :

- Aire de l'étude de dangers (500m)
- Eoliennes
- ✕ Poste de livraison
- Zone destinée à l'habitation (Nh et Ue)
- Habitations
- Exploitation agricole



Fond cartographique : Scan25-IGN
Source de données : /
Auteur : CJ

ETUDE : Projet parc éolien LA ROUXIERE/MAUMUSSON

N° Affaire : 000680

Client : ENERGIETEAM

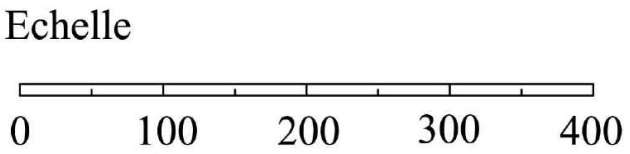
ECHELLE : 0 150 300 Mètres

1:8 000
Seule l'échelle métrique est garantie

DATE : 21/05/2013



Figure 6 : Carte des aires d'étude du projet éolien



Légende :

Surplomb des pales	
Fondation	
Mât	
Plateforme de montage	
Plateforme de stockage temporaire	
Poste de livraison électrique	
Chemin à créer	
Chemin à rénover	
Câble électrique enterré	
Arbre ou haie à conserver/à retirer	

Architecte :	
CONDESSE Adeline 1 avenue Maxime Pascal 30700 UZES	
Maître d'ouvrage :	
FERME EDLIENNE DE LA SAUGERE 233 rue du Faubourg St Martin 75010 PARIS	Date : 03/04/2013
Commune de Maumusson et La Rouxière (44)	Format A3
Echelle : 1/5 000	Dessinateur : EJ
Plan de masse Général Projet éolien de la Saugère	

Figure 7 : Emprise globale du projet

III. ANALYSE DES RISQUES

III.1. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

Ce chapitre de l'étude de dangers a pour objectif de mettre en évidence les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel, que ce soit au niveau des éléments constitutifs des éoliennes, des produits contenus dans l'installation, des modes de fonctionnement, etc. L'ensemble des causes externes à l'installation pouvant entraîner un phénomène dangereux, qu'elles soient de nature environnementale, humaine ou matérielle, seront traitées dans l'analyse de risques.

III.1.1. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne consomme pas de matières premières, ni de produits pendant la phase d'exploitation. De même, cette activité ne génère pas de déchet, ni d'émission atmosphérique, ni d'effluent potentiellement dangereux pour l'environnement.

Les produits identifiés dans le cadre de la **Ferme Eolienne de la Saugère** sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien. La majorité des produits entrants sont des lubrifiants permettant le bon fonctionnement des machines. Ils ne sont pas classés comme des produits inflammables mais restent cependant combustibles. Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou le(s) poste(s) de livraison.

III.1.2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement de la **Ferme Eolienne de la Saugère** sont de cinq types :

- Chute d'éléments de l'aérogénérateur (boulons, morceaux d'équipements, etc.)
- Projection d'éléments (morceaux de pale, brides de fixation, etc.)
- Effondrement de tout ou partie de l'aérogénérateur
- Échauffement de pièces mécaniques
- Courts-circuits électriques (aérogénérateur ou poste de livraison).

III.1.3. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

Au cours de la conception du projet, des choix ont été effectués par le porteur de projet pour réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation vis-à-vis notamment des habitations riveraines et des infrastructures proches (routes).

Une attention toute particulière a ainsi été portée à l'emplacement des installations. Ainsi, afin de garantir une sécurité maximale, la distance d'éloignement de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010 a été respectée. L'implantation choisie se fait donc dans un contexte majoritairement agricole, à distance des infrastructures identifiées (routes départementales) et en respect des servitudes recensées (couloir de vol militaire imposant des hauteurs limitées de machines)

La réduction des potentiels de danger à la source est aussi intervenue par le choix d'aérogénérateurs fiables, disposant de différents systèmes de sécurité performants et conformes à la réglementation en vigueur.

III.2. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

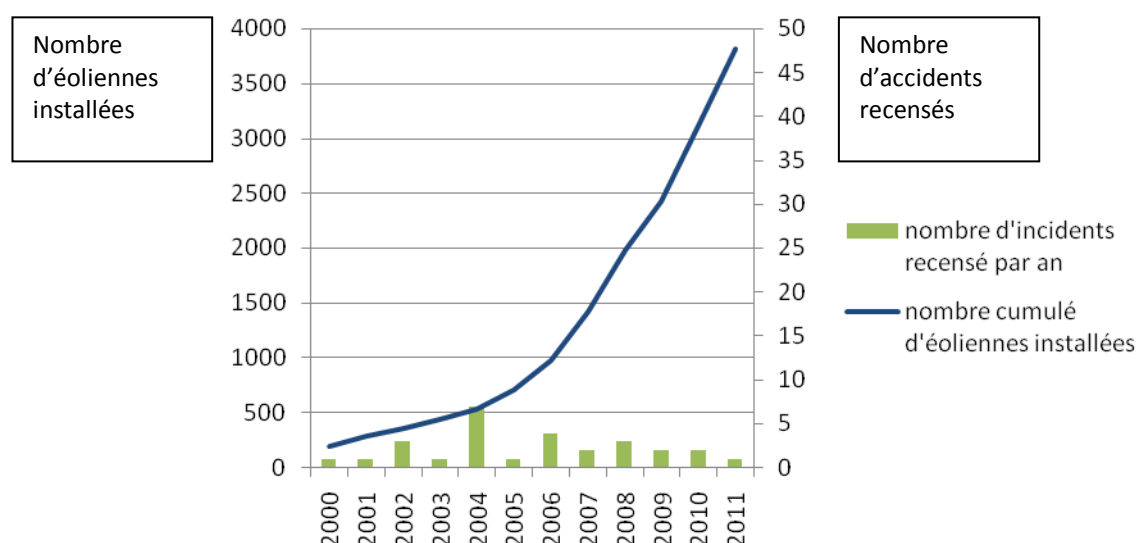
L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accident rencontrées tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. L'analyse du retour d'expérience permet ainsi de dégager de grandes tendances, mais à une échelle détaillée, elle comporte de nombreuses incertitudes.

III.2.1. ANALYSE DE L'EVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

A partir de l'ensemble des phénomènes dangereux qui ont été recensés, il est possible d'étudier leur évolution en fonction du nombre d'éoliennes installées.

La figure ci-dessous montre cette évolution et il apparaît clairement que le nombre d'incidents n'augmente pas proportionnellement au nombre d'éoliennes installées. Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, mais le nombre d'incidents par an reste relativement constant.

Cette tendance s'explique principalement par un parc éolien français assez récent, qui utilise majoritairement des éoliennes de nouvelle génération, équipées de technologies plus fiables et plus sûres. On note bien l'essor de la filière française à partir de 2005, alors que le nombre d'accident reste relativement constant :



III.2.2. ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS

Le retour d'expérience de la filière éolienne française et internationale permet d'identifier les principaux événements redoutés suivants :

- **Effondrements**
- **Ruptures de pales**
- **Chutes de pales et d'éléments de l'éolienne**
- **Incendie**

III.3. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accident potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) basée sur un questionnement systématique des causes et conséquences possibles des événements accidentels, ainsi que sur le retour d'expérience disponible.

Les scénarios d'accident sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarios d'accident qui présentent des conséquences limitées et les scénarios d'accident majeurs – ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes.

III.3.1. RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, les événements initiateurs (ou agressions externes) suivants sont exclus de l'analyse des risques :

- chute de météorite ;
- séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation applicable aux installations classées considérées ;
- crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur ;
- événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (rayon de 2 km des aéroports et aérodromes) ;
- rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R.214-112 du Code de l'Environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-113 du même code ;
- actes de malveillance.

D'autre part, plusieurs autres agressions externes qui ont été détaillées dans l'état initial peuvent être exclues de l'analyse préliminaire des risques car les conséquences propres de ces événements, en termes de gravité et d'intensité, sont largement supérieures aux conséquences potentielles de l'accident qu'ils pourraient entraîner sur les aérogénérateurs. Le risque de sur-accident lié à l'éolienne est considéré comme négligeable dans le cas des événements suivants :

- inondations ;
- séismes d'amplitude suffisante pour avoir des conséquences notables sur les infrastructures ;
- incendies de cultures ou de forêts ;
- pertes de confinement de canalisations de transport de matières dangereuses ;
- explosions ou incendies générés par un accident sur une activité voisine de l'éolienne.

III.3.2. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

Ces agressions provenant d'une activité ou de l'environnement extérieur sont des événements susceptibles d'endommager ou de détruire les aérogénérateurs de manière à initier un accident qui peut à son tour impacter des personnes. Par exemple, un séisme peut endommager les fondations d'une éolienne et conduire à son effondrement. Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

- les agressions externes liées aux activités humaines ;
- les agressions externes liées à des phénomènes naturels.

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines recensées au sein de notre zone d'étude :

Tableau 2 : Principales agressions externes liées aux activités humaines

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes (en mètre)			
					E1	E2	E3	E4
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	/	/	75	80

Remarque : les voies communales ont été considérées comme voie de circulation.

On notera la faible présence d'infrastructure à risque et les distances importantes les séparant des aérogénérateurs. Par ailleurs, compte tenu de leur faible fréquentation, le risque d'agression engendrée par ces éléments apparaît comme négligeable.

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux phénomènes naturels :

Tableau 3 : Description des agressions externes potentielles de l'installation éolienne

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	Intensité maximale des vents observée dans le secteur : <150 km/h Zone non-affectée par des cyclones tropicaux.
Foudre ⁴	Risque kérautique $N_k = 5$ jours d'orage/an (<i>Moyenne France = 11.30</i>) Densité foudroiement $N_g = 0.68$ arc/km ² /an (<i>Moyenne France = 1.59</i>) Les éoliennes respecteront la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou EN 62 305-3 (Décembre 2006)
Glissement de sols/ affaissement miniers ⁵	Aléa retrait-gonflement d'argile : FAIBLE Absence de mouvements de terrain recensés par le BRGM sur les communes concernées.

Les agressions externes liées à des inondations, à des incendies de forêt ou de cultures ou à des séismes ne sont pas considérées dans ce tableau dans le sens où les dangers qu'elles pourraient entraîner sont largement inférieurs aux dommages causés par le phénomène naturel lui-même.

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 disponible en annexe 1.

En ce qui concerne la foudre, on considère que le respect des normes rend le risque d'effet direct de la foudre négligeable (risque électrique, risque d'incendie, etc.). En effet, le système de mise à la terre permet d'évacuer l'intégralité du courant de foudre. Cependant, les conséquences indirectes de la foudre, comme la possible fragilisation progressive de la pale, sont prises en compte dans les scénarios de rupture de pale.

⁴ Données issues du site METEORAGE : <http://www.meteorage.fr/>

⁵ Données issues des sites web développés par le BRGM : <http://www.argiles.fr/> et <http://www.mouvementsdeterrain.fr/>

III.3.3. EFFETS DOMINOS

Lors d'un accident majeur sur une éolienne, une possibilité est que les effets de cet accident endommagent d'autres installations. Ces dommages peuvent conduire à un autre accident. Par exemple, la projection de pale impactant les canalisations d'une usine à proximité peut conduire à des fuites de canalisations de substances dangereuses. Ce phénomène est appelé « effet domino ».

Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est proposé de limiter l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 mètres.

Aucune de ces installations n'est présente à proximité du site d'étude de la **Ferme Eolienne de la Saugère**. C'est la raison pour laquelle, il est proposé de ne pas traiter les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

III.3.4. MISE EN PLACE DES FONCTIONS DE SECURITE

Dans le cadre de l'étude de dangers, les fonctions de sécurité identifiées et mises en œuvre sur les éoliennes de la **Ferme Eolienne de la Saugère** sont détaillées en annexe 1. Ces dernières permettent de réduire les risques potentiels sur l'installation.

III.3.5. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Ainsi, dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, trois catégories de scénarios sont a priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m ² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 [9] et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)

Nom du scénario exclu	Justification
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.

Les cinq catégories de scénarios étudiées dans l'étude détaillée des risques sont les suivantes :

- **Projection de tout ou une partie de pale**
- **Effondrement de l'éolienne**
- **Chute d'éléments de l'éolienne**
- **Chute de glace**
- **Projection de glace**

Ces scénarios regroupent plusieurs causes et séquences d'accident. En estimant la probabilité, gravité, cinétique et intensité de ces événements, il est possible de caractériser les risques pour toutes les séquences d'accidents.

III.4. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios retenus à l'issue de l'analyse préliminaire des risques en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Son objectif est donc de préciser le risque généré par l'installation et d'évaluer les mesures de maîtrise des risques mises en œuvre. L'étude détaillée permet de vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation. Les niveaux de cinétique, intensité, probabilité ont été déterminés au préalable dans le guide générique de l'EDD. Le niveau de gravité est quant à lui déterminé en fonction de la fréquentation de la zone d'effet. La définition des différents termes employés est disponible en annexe 2.

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité.

Tableau 4 : Synthèse des paramètres de risques pour chaque scénario retenu

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale (120 m)	Rapide	exposition forte	D (pour des éoliennes récentes) ⁶	Sérieux
Chute de glace	Zone de survol (41 m)	Rapide	exposition modérée	A	Modéré
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol (41 m)	Rapide	exposition forte	C	Sérieux
Projection de pale/morceaux de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes) ⁷	Modéré Pour l'éolienne E1
					Sérieux Pour les éoliennes (E2, E3 et E4)
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne (241 m)	Rapide	exposition modérée	B	Modéré

⁶ Voir paragraphe VIII.2.1

⁷ Voir paragraphe VIII.2.4

III.5. SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

Enfin, la dernière étape de l'étude détaillée des risques consiste à rappeler l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés.

Pour conclure à l'acceptabilité, la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus sera utilisée.

Tableau 5 : Synthèse de l'acceptabilité des risques

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Effondrement Projection pale (E2, E3 et E4)	Chute élément		
Modéré		Projection pale (E1)		Projection glace	Chute glace

Légende de la matrice

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		acceptable
Risque faible		acceptable
Risque important		non acceptable

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité sont mises en place.

A l'issue de la démarche d'analyse des risques, une carte de synthèse est présentée pour chaque aérogénérateur. Elle fait apparaître, pour les scénarios détaillés dans le tableau de synthèse :

- les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques,
- les zones d'effet de chaque phénomène dangereux,
- l'intensité et la probabilité des différents phénomènes dangereux dans chaque zone d'effet,
- le nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet et la gravité qui en découle,
- le niveau d'acceptabilité du risque.

A noter que le calcul du nombre de personnes exposées se base sur la méthode fournie dans le guide générique, méthode elle-même issue de la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.



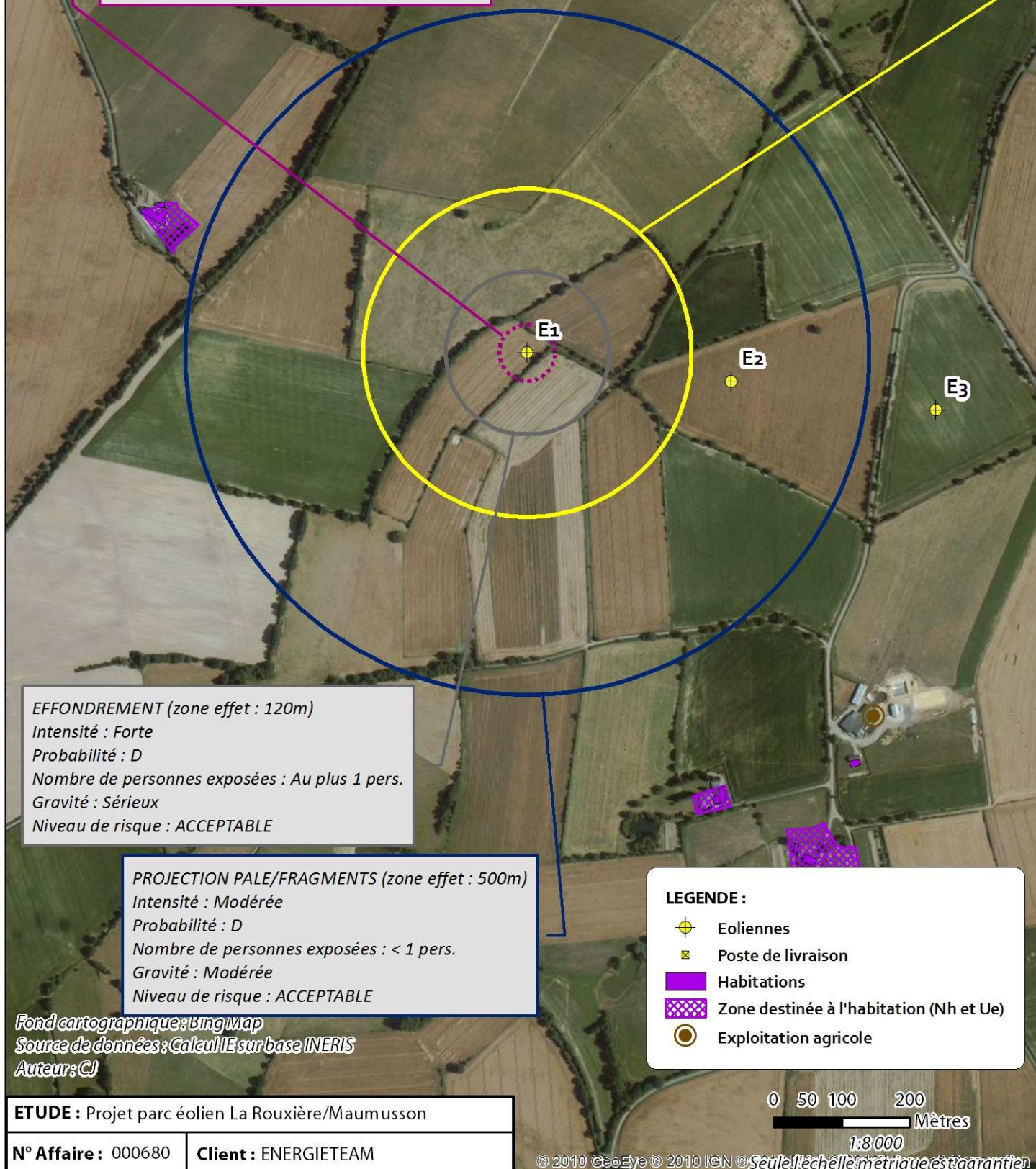
21/05/2013

SYNTHESE DES RISQUES - EOLIENNE E1



CHUTE GLACE/ELEMENTS (zone effet : 41m)
 Intensité : Modérée (glace) à forte (éléments)
 Probabilité : A (glace) à C (éléments)
 Nombre de personnes exposées : Au plus 1 pers.
 Gravité : Modérée (glace) à Sérieux (éléments)
 Niveau de risque : ACCEPTABLE

PROJECTION GLACE (zone effet : 241m)
 Intensité : Modérée
 Probabilité : B
 Nombre de personnes exposées : < 1 pers.
 Gravité : Modérée
 Niveau de risque : ACCEPTABLE



EFFONDREMENT (zone effet : 120m)
 Intensité : Forte
 Probabilité : D
 Nombre de personnes exposées : Au plus 1 pers.
 Gravité : Sérieux
 Niveau de risque : ACCEPTABLE

PROJECTION PALE/FRAGMENTS (zone effet : 500m)
 Intensité : Modérée
 Probabilité : D
 Nombre de personnes exposées : < 1 pers.
 Gravité : Modérée
 Niveau de risque : ACCEPTABLE

Fond cartographique: Bing/Map
 Source de données: Calcul IESur base INERIS
 Auteur: CJ

LEGENDE :

- Eoliennes
- Poste de livraison
- Habitations
- Zone destinée à l'habitation (Nh et Ue)
- Exploitation agricole

ETUDE : Projet parc éolien La Rouxière/Maumusson

N° Affaire : 000680

Client : ENERGIETEAM

Figure 8 : Synthèse des risques au niveau de l'éolienne E1



21/05/2013

SYNTHESE DES RISQUES - EOLIENNE E2



CHUTE GLACE/ELEMENTS (zone effet : 41m)
 Intensité : Modérée (glace) à forte (éléments)
 Probabilité : A (glace) à C (éléments)
 Nombre de personnes exposées : Au plus 1 pers.
 Gravité : Modérée (glace) à Sérieux (éléments)
 Niveau de risque : ACCEPTABLE

PROJECTION GLACE (zone effet : 241m)
 Intensité : Modérée
 Probabilité : B
 Nombre de personnes exposées : < 1 pers.
 Gravité : Modérée
 Niveau de risque : ACCEPTABLE

E1

E2

E3

E4

Poste de
livraison

EFFONDREMENT (zone effet : 120m)
 Intensité : Forte
 Probabilité : D
 Nombre de personnes exposées : Au plus 1 pers.
 Gravité : Sérieux
 Niveau de risque : ACCEPTABLE

PROJECTION PALE/FRAGMENTS (zone effet : 500m)
 Intensité : Modérée
 Probabilité : D
 Nombre de personnes exposées : < 10 pers.
 Gravité : Sérieux
 Niveau de risque : ACCEPTABLE

Fond cartographique: Bing Map
 Source de données: Calcul IISur base INERIS
 Auteur: CJ

LEGENDE :

- Eoliennes
- Poste de livraison
- Habitations
- Zone destinée à l'habitation (Nh et Ue)
- Exploitation agricole

ETUDE : Projet parc éolien La Rouxière/Maumusson

N° Affaire : 000680

Client : ENERGIETEAM

0 50 100 200
Mètres

1:8 000

© 2010 GeoEye © 2010 IGN © Seule l'échelle métrique est garantie

Figure 9 : Synthèse des risques au niveau de l'éolienne E2



21/05/2013

SYNTHESE DES RISQUES - EOLIENNE E3



CHUTE GLACE/ELEMENTS (zone effet : 41m)
Intensité : Modérée (glace) à forte (éléments)
Probabilité : A (glace) à C (éléments)
Nombre de personnes exposées : Au plus 1 pers.
Gravité : Modérée (glace) à Sévère (éléments)
Niveau de risque : ACCEPTABLE

PROJECTION GLACE (zone effet : 241m)
Intensité : Modérée
Probabilité : B
Nombre de personnes exposées : < 1 pers.
Gravité : Modérée
Niveau de risque : ACCEPTABLE

EFFONDREMENT (zone effet : 120m)
Intensité : Forte
Probabilité : D
Nombre de personnes exposées : Au plus 1 pers.
Gravité : Sévère
Niveau de risque : ACCEPTABLE

PROJECTION PALE/FRAGMENTS (zone effet : 500m)
Intensité : Modérée
Probabilité : D
Nombre de personnes exposées : < 10 pers.
Gravité : Sévère
Niveau de risque : ACCEPTABLE

Fond cartographique: Bing Map
Source de données: Calculs sur base INERIS
Auteur: CJ

LEGENDE :

- Eoliennes
- Poste de livraison
- Habitations
- Zone destinée à l'habitation (Nh et Ue)
- Exploitation agricole

ETUDE : Projet parc éolien La Rouxière/Maumusson

N° Affaire : 000680

Client : ENERGIETEAM

0 50 100 200
Mètres

1:8 000

© 2010 GeoEye © 2010 IGN © Seule l'échelle métrique est garantie

Figure 10 : Synthèse des risques au niveau de l'éolienne E3



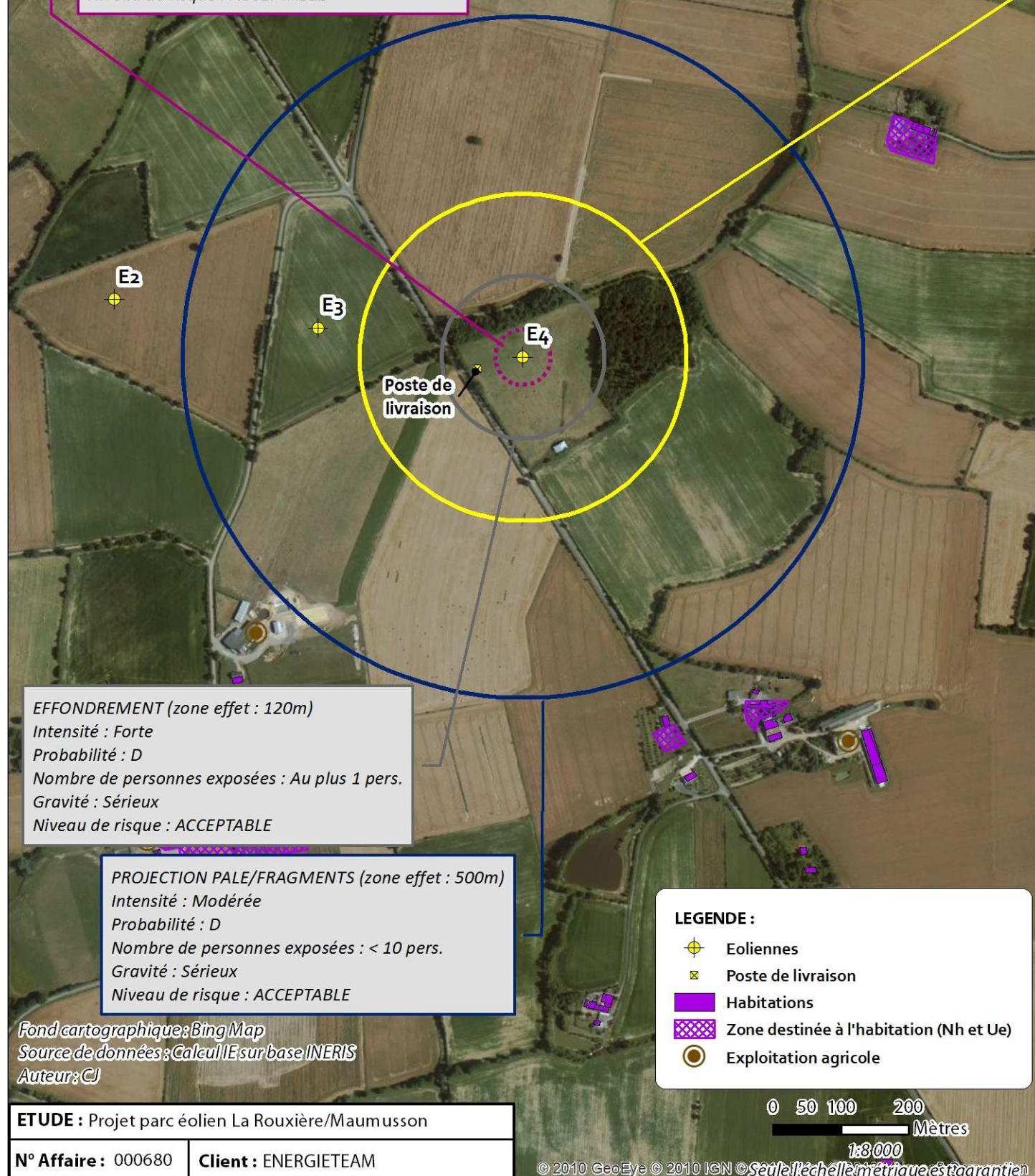
21/05/2013

SYNTHESE DES RISQUES - EOLIENNE E4



CHUTE GLACE/ELEMENTS (zone effet : 41m)
Intensité : Modérée (glace) à forte (éléments)
Probabilité : A (glace) à C (éléments)
Nombre de personnes exposées : Au plus 1 pers.
Gravité : Modérée (glace) à Sévère (éléments)
Niveau de risque : ACCEPTABLE

PROJECTION GLACE (zone effet : 241m)
Intensité : Modérée
Probabilité : B
Nombre de personnes exposées : < 1 pers.
Gravité : Modérée
Niveau de risque : ACCEPTABLE



EFFONDREMENT (zone effet : 120m)
Intensité : Forte
Probabilité : D
Nombre de personnes exposées : Au plus 1 pers.
Gravité : Sévère
Niveau de risque : ACCEPTABLE

PROJECTION PALE/FRAGMENTS (zone effet : 500m)
Intensité : Modérée
Probabilité : D
Nombre de personnes exposées : < 10 pers.
Gravité : Sévère
Niveau de risque : ACCEPTABLE

Fond cartographique: Bing Map
Source de données: Calcul IIS sur base INERIS
Auteur: CJ

ETUDE : Projet parc éolien La Rouxière/Maumusson

N° Affaire : 000680

Client : ENERGIETEAM

© 2010 GeoEye © 2010 IGN © Seule l'échelle métrique est garantie

Figure 11 : Synthèse des risques au niveau de l'éolienne E4

IV. CONCLUSION

En premier lieu, il est important de souligner que l'environnement dans lequel est prévue l'implantation ne présente pas de sensibilité particulière puisqu'il s'agit principalement de terrains agricoles très peu fréquentés. Les routes départementales et communales ainsi que les chemins agricoles sillonnant le secteur n'augmentent qu'à la marge la fréquentation du site. Les habitations répertoriées à proximité du projet se trouvent toutes à plus de 500m des aérogénérateurs et, hormis l'agriculture, aucune activité particulière n'est identifiée en deçà de ce rayon. On notera toutefois la présence d'une exploitation agricole au lieu dit de « La Grasserie » qui se trouve en partie concernée par le rayon d'étude de dangers (500m) des éoliennes E2, E3 et E4.

Les principaux accidents majeurs identifiés pour le projet de **la Ferme éolienne de la Saugère** sont dû :

- Aux projections de pales ou morceaux de pale,
- Aux projections de glace,
- A la chute d'éléments ou de glace,
- A l'effondrement de l'aérogénérateur.

Les probabilités inhérentes à ces différents accidents ont été estimées de « Courant » (A) pour le risque de chute de glace à « Rare » (D) pour les risques d'effondrement ou de projection de pale, en passant par « Probable » (B) pour le risque de projection de glace et « Improbable » (C) pour le risque de chute d'éléments. En terme de gravité, compte tenu de l'environnement dans lequel s'inscrit ce projet, cette dernière est considérée comme modérée pour les scénarios de chute et de projection de glace ainsi que pour le scénario de projection de pale ou de morceau de pale spécifique à l'éolienne E1. Cette gravité est jugée comme « Sérieux » pour le risque d'effondrement, de chute d'élément, ainsi que le risque de projection de pale ou de morceau de pale pour les éoliennes E2, E3 et E4 (du fait de la présence à moins de 500m d'une exploitation agricole).

Par ailleurs, un certain nombre de mesures de maîtrise du risque sont prévues afin de prévenir ou limiter les conséquences de ces accidents potentiels, avec notamment :

- *système de détection du givre/mise à l'arrêt ;*
- *système de détection de l'échauffement/bridage ;*
- *système de détection de la survitesse/bridage voire arrêt ;*
- *système parafoudre ;*
- *système de détection incendie/alarme et extincteur ;*
- *procédure contrôle fondations et maintenance.*

Il convient de noter que, bien que les risques liés à l'incendie de l'éolienne / poste de livraison ou à l'infiltration d'huile dans le sol n'aient pas été détaillés du fait de leur faible importance, des mesures de sécurité sont toutefois prévues en cas d'accident.

Dans ce cadre, il est donc possible de dire que les mesures de maîtrise des risques mises en place sur l'installation sont suffisantes pour garantir un risque acceptable pour chacun des phénomènes dangereux identifiés.

V. ANNEXES

ANNEXE 1 : Fonctions de sécurité

ANNEXE 2 : Rappel des définitions

ANNEXE 1 : Fonctions de sécurité

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mises en œuvre sur les éoliennes de la **Ferme Eolienne de la Saugère**. Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- **Numéro de la fonction de sécurité** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple.
- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action).
- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.
- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »).
- **Temps de réponse** (en secondes ou en minutes) : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité.
- **Efficacité** (100% ou 0%) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.
- **Test (fréquence)** : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.
- **Maintenance (fréquence)** : ce critère porte sur la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima : un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

Note 1 : Pour certaines mesures de maîtrise des risques, certains de ces critères peuvent ne pas être applicables. Il convient alors de renseigner le critère correspondant avec l'acronyme « NA » (Non Applicable).

Note 2 : Certaines mesures de maîtrise des risques ne remplissent pas les critères « efficacité » ou « indépendance » : elles ont une fiabilité plus faible que d'autres mesures de maîtrise des risques. Celles-ci peuvent néanmoins être décrites dans le tableau ci-dessous dans la mesure où elles concourent à une meilleure sécurité sur le site d'exploitation.

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection du givre et de mise à l'arrêt de la machine Procédure adéquate de redémarrage		
Description	Des profils aérodynamiques haut de gamme sont utilisés pour les pales de rotor, afin d'obtenir un rendement optimal sur une large plage de fonctionnement. Les caractéristiques aérodynamiques de ces profils réagissent très sensiblement aux modifications des contours et de la rugosité causées par le givre. La modification importante des caractéristiques de fonctionnement qui en résulte pour l'éolienne (rapport vent/vitesse de rotation/puissance/angle de pale) est utilisée par le système de détection de givre/glace. Par ailleurs, lorsque la température dépasse +2 °C sur la nacelle, les rapports de fonctionnement spécifiques à l'éolienne (vent/puissance/angle des pales) sont identifiés comme étant des valeurs moyennes à long terme. Pour des températures inférieures à +2 °C (conditions de givre), les données de fonctionnement actuelles sont comparées aux valeurs moyennes à long terme. Pour cela, une plage de tolérance, déterminée de manière empirique, est définie autour de la courbe de puissance et de la courbe d'angle de pale. Celle-ci se base sur des simulations, des essais et plusieurs années d'expérience sur un grand nombre d'éoliennes de types variés. Si les données de fonctionnement concernant la puissance ou l'angle de pale sont hors de la plage de tolérance, dans le cadre d'une prise glissante de moyennes, l'éolienne est stoppée avec l'état principal 14 « Ice detection » (dépôt de glace). Le principe de détection de glace/ givre avec le procédé de la courbe de puissance est utilisé en série dans toutes les éoliennes munies de pales réglables et sa vraisemblance a été certifiée par le TÜV Nord (n° rapport TÜV 8104206760). Une fois l'éolienne arrêtée, il existe différentes possibilités pour effectuer le redémarrage qui sont détaillées ci-dessous : - Redémarrage automatique : Les aérogénérateurs sont programmés pour redémarrer automatiquement dès que l'ensemble des conditions définies pour que ce redémarrage soit possible sont remplies (température extérieure et temporisation selon cette température) - Redémarrage manuel (3 possibilités) : 1°/ Le client vérifie sur site l'absence de glace et redémarre la machine directement à l'armoire de contrôle. 2°/ Le client vérifie sur site l'absence de glace et demande à Enercon Service France de démarrer la machine à distance. Pour cela un formulaire est disponible, le client doit le signer et le transmettre dument rempli par fax à chaque fois que l'opération est nécessaire. 3°/ Le client vérifie sur site l'absence de glace et redémarre la machine à partir de l'ordinateur de gestion du parc éolien. Ceci est possible uniquement si le système Scada "Linux" est intégré sur le parc éolien. Avec un ordinateur Scada fonctionnant sous DOS, cette opération n'est pas réalisable.		
Indépendance	Non		
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement. La maintenance électrique menée annuellement permet de contrôler le bon fonctionnement des systèmes instrumentés de sécurité conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %. <i>(Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique)</i>		
Tests	NA		
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible lors des différentes visites d'entretien/maintenance.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de T° pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
Description	Lors de la détection d'une sur-température au niveau des pièces mécaniques, les pales de l'éolienne E-82 E2 se mettent automatiquement en position drapeau, afin de brider voire arrêter la rotation jusqu'à refroidissement.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement. La maintenance électrique menée annuellement permet de contrôler le bon fonctionnement des systèmes instrumentés de sécurité.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.		
Description	Systèmes de bridage et coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis (Cf. fonction de sécurité n°11 « Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort ») Les éoliennes E-82 E2 disposent par ailleurs de capteurs détectant l'incendie et la survitesse. ENERCON prévient l'exploitant en cas de détection d'incendie ou de survitesse grâce à un système d'alarme SMS et/ou email en plus de l'accès direct à la supervision par Enercon Scada Remote. Un système de surveillance complet garantit la sécurité de l'éolienne. Toutes les fonctions pertinentes pour la sécurité (ex : vitesse du rotor, températures, charges, vibrations...) sont surveillées par un système électronique et, en plus, là où cela est requis, par l'intervention à un niveau hiérarchique supérieur de capteurs mécaniques. L'éolienne est immédiatement arrêtée si l'un des capteurs détecte une anomalie. Ainsi l'éolienne déclenche son arrêt automatique lorsque l'un des capteurs de sécurité réagit		

	(« smoke » ou « overspeed-detecting »). La nature de l'arrêt et le fait qu'ensuite l'éolienne redémarre ou non, dépendent du défaut survenu. En cas d'activation de l'un de ces deux capteurs seul le déplacement d'un mainteneur en haut de nacelle pour activer un code d'accès spécifique peut faire redémarrer l'éolienne. En cas de coupure électrique : commutation de l'alimentation électrique sur l'alimentation de secours. Réglage rapide de chaque pale en position drapeau (frein aérodynamique) grâce à trois moteurs indépendants alimentés par batterie. Le rotor et l'arbre d'entraînement ne sont pas bloqués totalement et peuvent continuer à tourner à très basse vitesse afin de réduire les charges auxquelles ils sont soumis. NB1 : Une seule pale en position de drapeau suffit à stopper la survitesse d'une éolienne NB2 : l'utilisation du frein mécanique et l'arrêt complet du rotor n'est réalisé qu'en cas d'arrêt manuel d'urgence EMERGENCY STOP.
Indépendance	Oui
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.
Efficacité	100 %
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement. Le bon fonctionnement des capteurs fait par ailleurs l'objet d'une surveillance lors de la maintenance électrique fait tous les ans. En cas de déclenchement des capteurs, un message de défaut est envoyé par le système de surveillance à distance. Selon le capteur concerné, l'éolienne peut continuer de fonctionner pour un temps déterminé. Pour certains capteurs, il faut par contre stopper l'éolienne immédiatement et remédier au défaut.

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et de la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une		

	fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011. La maintenance électrique menée annuellement permet de contrôler le bon fonctionnement des systèmes instrumentés de sécurité.
--	--

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Pointe, bords et base des pales équipés de profilés aluminium absorbant la foudre qui est déviée vers la terre par un éclateur et des câbles. On trouve un autre paratonnerre à l'arrière de la nacelle qui dévie les courants de foudre dans la terre. Si la foudre tombe ou en cas de hausses de tension inhabituelles (surtensions), l'ensemble des systèmes électriques et électroniques est protégé par des composants fixes intégrés qui absorbent l'énergie. Tous les principaux composants conducteurs de l'éolienne sont reliés aux barres de compensation de potentiel par des câbles de section suffisamment grande. Un système parafoudre à éclateurs, mis à la terre par basse impédance, est en outre installé sur la borne principale de l'éolienne. Le système électronique de l'éolienne, logé dans des carters métalliques, est découplé par un dispositif électrique. Le système de surveillance à distance est protégé par un module spécial de protection pour interfaces de données.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Le contrôle du système de protection contre la foudre fait partie de la maintenance normale des machines. Une vérification visuelle générale est effectuée à chaque maintenance (donc tous les 3 mois) conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011. Elle inclut la vérification des dommages mécaniques dus à la foudre sur une pale si le système pare-foudre n'a pas fonctionné. Plus spécifiquement lors de la maintenance électrique, les contrôles particuliers sont effectués (vérification de la discharge box, sur chaque pale, vérification de l'anneau de décharge et de la position et de l'état du lightning rod, vérification des pièces installées à l'extérieur de la nacelle (anémomètre ultrasonique ou à coupelles, balisage, visibility meter),		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours		
Description	Détecteurs d'incendie qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance (Cf. fonction de sécurité n°4 « Prévenir la survitesse »). Au niveau de la lutte contre l'incendie, l'éolienne dispose de deux extincteurs : un à son sommet et un à son pied, positionnés de manière bien visible et facilement accessibles. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre.		
Indépendance	Oui		

Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs, l'alarme et le lancement du système d'extinction automatique L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.
Efficacité	100 %
Tests	/
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel. La maintenance électrique menée annuellement permet de contrôler le bon fonctionnement des systèmes instrumentés de sécurité.

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles – Bac de rétention Procédure d'urgence - Kit antipollution		
Description	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de prévenir les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Transformateur disposant d'une goulotte permettant la rétention de l'ensemble des liquides contenus en cas de fuite. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : – de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; – d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; – de récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités		

Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.
Indépendance	Oui
Temps de réponse	NA
Efficacité	100 %
Tests	NA
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 300 à 1000h de fonctionnement, soit 12 à 40 jours après la mise en fonctionnement. Les boulons sont par la suite vérifiés par échantillonnage lors de la maintenance annuelle. Si un boulon défectueux est détecté, alors une vérification mécanique de tous les boulons est entreprise à l'aide d'une clé dynamométrique. Un contrôle visuel de la machine, y compris le mât, est effectué à chaque maintenance, soit tous les 3 mois. Cela répond aux exigences de l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. (< 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans).

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance et formation du personnel		
Description	Un manuel ainsi qu'un livre de bord sont installés dans chaque aérogénérateur. Le premier spécifie la nature et la fréquence des maintenances à réaliser alors que le second recense chaque intervention préventive ou curative avec le détail des opérations réalisées. Les nouveaux techniciens sont formés d'un point de vue théorique à la sécurité dans les aérogénérateurs avant de faire leur première visite dans l'un d'entre eux. Cette formation comprend : - la sécurité lors du travail en hauteur - l'évacuation sur échelle - description de l'évacuation en cas d'incendie Ils suivent la formation pour l'habilitation électrique de base avant de rejoindre la base de maintenance à laquelle ils sont affectés. Les renouvellements de formation sécurité ont lieu tous les 6 mois. Ces formations font l'objet d'une note dans le carnet de chaque technicien qui les suit, carnet qu'il doit avoir avec lui en permanence. Chaque technicien reçoit également un titre d'habilitation électrique, renouvelé tous les 3 ans.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	NA		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes		

	Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite
Description	Les éoliennes ENERCON E-82 disposent d'un mode STORM CONTROL qui permet de réduire progressivement (à partir de 28m/s) la puissance par l'inclinaison des pales (frein aérodynamique). L'éolienne s'arrête également si l'angle maximum admis pour les pales est dépassé. Un anémomètre gelé ne constitue donc pas un risque pour la sécurité. Dans tous les cas, l'éolienne passe en fonctionnement au ralenti. Ce n'est que lorsque la vitesse de vent s'élève à environ 34 m/s que l'éolienne est totalement stoppée. Ce dispositif permet d'améliorer le comportement électrique sur le réseau et d'optimiser la production des éoliennes. L'éolienne démarre automatiquement lorsque la vitesse du vent tombe en dessous de la vitesse de vent de coupure (31 m/s) pendant 10 minutes consécutives.
Indépendance	Oui
Temps de réponse	< 1 min
Efficacité	100 %.
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.
Maintenance	Le bon fonctionnement des capteurs fait par ailleurs l'objet d'une surveillance lors de la maintenance électrique fait tous les ans. En cas de déclenchement des capteurs, un message de défaut est envoyé par le système de surveillance à distance. Selon le capteur concerné, l'éolienne peut continuer de fonctionner pour un temps déterminé. Pour certains capteurs, il faut par contre stopper l'éolienne immédiatement et remédier au défaut.

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011.

Notamment, suivant une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant réalise une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.

ANNEXE 2 : Rappel des définitions

Les règles méthodologiques applicables pour la détermination de l'intensité, de la gravité et de la probabilité des phénomènes dangereux sont précisées dans l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005.

Cet arrêté ne prévoit de détermination de l'intensité et de la gravité que pour les effets de surpression, de rayonnement thermique et de toxiques. Cet arrêté est complété par la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

Cette circulaire précise en son point 1.2.2 qu'à l'exception de certains explosifs pour lesquels les effets de projection présentent un comportement caractéristique à faible distance, les projections et chutes liées à des ruptures ou fragmentations ne sont pas modélisées en intensité et gravité dans les études de dangers.

Force est néanmoins de constater que ce sont les seuls phénomènes dangereux susceptibles de se produire sur des éoliennes. Afin de pouvoir présenter des éléments au sein de cette étude de dangers, il est proposé de recourir à la méthode ad hoc préconisée par le guide technique nationale relatif à l'étude de dangers dans le cadre d'un parc éolien dans sa version de mai 2012. Cette méthode est inspirée des méthodes utilisées pour les autres phénomènes dangereux des installations classées, dans l'esprit de la loi du 30 juillet 2003.

Cette première partie de l'étude détaillée des risques consiste donc à rappeler les définitions de chacun de ces paramètres, en lien avec les références réglementaires correspondantes.

▪ Cinétique :

La cinétique d'un accident est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables.

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005, la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est supposé, de manière prudente, que tous les accidents considérés ont une cinétique rapide. Ce paramètre ne sera donc pas détaillé à nouveau dans chacun des phénomènes redoutés étudiés par la suite.

▪ Intensité

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005).

On constate que les scénarios retenus au terme de l'analyse préliminaire des risques pour les parcs éoliens sont des scénarios de projection (de glace ou de toute ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement de machine.

Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène, pour des effets de surpression, toxiques ou thermiques. Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs.

Dans le cas de scénarios de projection, l'annexe II de cet arrêté précise : « *Compte tenu des connaissances limitées en matière de détermination et de modélisation des effets de projection, l'évaluation des effets de projection d'un phénomène dangereux nécessite, le cas échéant, une analyse, au cas par cas, justifiée par l'exploitant. Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, cette délimitation s'appuie sur une analyse au cas par cas proposée par l'exploitant* ».

C'est pourquoi, pour chacun des événements accidentels retenus (chute d'éléments, chute de glace, effondrement et projection), deux valeurs de référence ont été retenues :

- 5% d'exposition : seuils d'exposition très forte
- 1% d'exposition : seuil d'exposition forte

Le degré d'exposition est défini comme le rapport entre la surface atteinte par un élément chutant ou projeté et la surface de la zone exposée à la chute ou à la projection.

Intensité	Degré d'exposition
exposition très forte	Supérieur à 5 %
exposition forte	Compris entre 1 % et 5 %
exposition modérée	Inférieur à 1 %

Les zones d'effets sont définies pour chaque événement accidentel comme la surface exposée à cet événement.

▪ **Gravité**

Par analogie aux niveaux de gravité retenus dans l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet définies dans le paragraphe précédent.

Intensité Gravité	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée
« Désastreux »	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
« Catastrophique »	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
« Important »	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« Sérieux »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« Modéré »	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

▪ **Probabilité**

L'annexe I de l'arrêté du 29 septembre 2005 définit les classes de probabilité qui doivent être utilisées dans les études de dangers pour caractériser les scénarios d'accident majeur :

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	Courant Se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.	$P > 10^{-2}$
B	Probable S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
C	<i>Improbable</i> Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
D	<i>Rare</i> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	<i>Extrêmement rare</i> Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, la probabilité de chaque événement accidentel identifié pour une éolienne est déterminée en fonction :

- de la bibliographie relative à l'évaluation des risques pour des éoliennes
- du retour d'expérience français
- des définitions qualitatives de l'arrêté du 29 Septembre 2005

Il convient de noter que la probabilité qui sera évaluée pour chaque scénario d'accident correspond à la probabilité qu'un événement redouté se produise sur l'éolienne (probabilité de départ) et non à la probabilité que cet événement produise un accident suite à la présence d'un véhicule ou d'une personne au point d'impact (probabilité d'atteinte). En effet, l'arrêté du 29 septembre 2005 impose une évaluation des probabilités de départ uniquement.

Cependant, on pourra rappeler que la probabilité qu'un accident sur une personne ou un bien se produise est très largement inférieure à la probabilité de départ de l'événement redouté.

La probabilité d'accident est en effet le produit de plusieurs probabilités :

$$P_{\text{accident}} = P_{\text{ERC}} \times P_{\text{orientation}} \times P_{\text{rotation}} \times P_{\text{atteinte}} \times P_{\text{présence}}$$

P_{ERC} = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

$P_{\text{orientation}}$ = probabilité que l'éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d'une défaillance dans la direction d'un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)

P_{rotation} = probabilité que l'éolienne soit en rotation au moment où l'événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)

P_{atteinte} = probabilité d'atteinte d'un point donné autour de l'éolienne (sachant que l'éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu'elle est en rotation)

$P_{\text{présence}}$ = probabilité de présence d'un enjeu donné au point d'impact sachant que l'élément est projeté en ce point donné

Dans le cadre des études de dangers des éoliennes, une approche majorante assimilant la probabilité d'accident (P_{accident}) à la probabilité de l'événement redouté central (P_{ERC}) a été retenue.